



Jean SOUETRE, et al. Q76348  
 A BRAKE SYSTEM FOR BRAKING AIRCRAFT  
 WHEELS  
 Filing Date: July 16, 2003  
 Alan J. Kasper 202-293-7060  
 (1)

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 30 MAI 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
 national de la propriété industrielle  
 Le Chef du Département des brevets

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Martine PLANCHE', is enclosed in an oval border.

Martine PLANCHE

**INSTITUT  
 NATIONAL DE  
 LA PROPRIETE  
 INDUSTRIELLE**

SIEGE  
 26 bis, rue de Saint Petersbourg  
 75800 PARIS cedex 08  
 Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
 Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)



$\mathcal{P}^2 \times \mathbb{R}^2$



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

## BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354\*01

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2

Important ! Remplir impérativement la 2ème page.

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W /190600

REMISE DES PIÈCES DATE 10 JUIL 2002 LIEU 75 INPI PARIS		Réexpédié à l'INPI 0209196	1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE  CABINET BOETTCHER 22, rue du Général Foy 75008 PARIS
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI		19 JUIL. 2002	
Vos références pour ce dossier (facultatif) 2F 809 CAS 253 -XJ			

Confirmation d'un dépôt par télécopie  N° attribué par l'INPI à la télécopie2 NATURE DE LA DEMANDE  Cochez l'une des 4 cases suivantes

Demande de brevet <input checked="" type="checkbox"/>	Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/>
Demande divisionnaire <input type="checkbox"/>	<i>Demande de brevet initiale</i> N° _____ Date _____ <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> N° _____ Date _____
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i> N° _____	Date _____

## 3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

Système de freinage pour roues d'aéronef.

4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date _____ N° Pays ou organisation Date _____ N° Pays ou organisation Date _____ N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»
5 DEMANDEUR		<input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»
Nom ou dénomination sociale		MESSIER-BUGATTI
Prénoms		
Forme juridique		Société Anonyme
N° SIREN		7 . 1 . 2 . 0 . 1 . 9 . 5 . 3 . 8
Code APE-NAF		. . . .
Adresse	Rue	Zone Aéronautique Louis Bréguet
	Code postal et ville	78140 VELIZY VILLACOUBLAY
Pays		FRANCE
Nationalité		Française
N° de téléphone (facultatif)		
N° de télécopie (facultatif)		
Adresse électronique (facultatif)		

**BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 2/2

REPRISE À L'INPI

REMISSAIRE : 19 JUIL 2002

DATE : 75 INPI PARIS

UEU : 0209196

N° D'ENREGISTREMENT : 0209196

NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI

DS 540 W / 190600

<b>6 MANDATAIRE</b>		
Nom : JAUNEZ		
Prénom : Xavier		
Cabinet ou Société : CABINET BOETTCHER		
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel		
Adresse	Rue : 22, rue du Général Foy	
	Code postal et ville : 75008 PARIS	
N° de téléphone (facultatif)		
N° de télécopie (facultatif)		
Adresse électronique (facultatif)		
<b>7 INVENTEUR (S)</b>		
Les inventeurs sont les demandeurs		
<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée		
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> ou établissement différé		
Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		
Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requise antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence).		
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes		
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</b> Xavier JAUNEZ CPI BREVET 92 1121		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b> <u>X. Jaunez</u> L. MARIELLO

La présente invention concerne un système de freinage pour roues d'aéronef, du type comportant pour chaque roue une partie centrale statorique entourant coaxialement un essieu de roue sur lequel est montée pour 5 tourner une partie annulaire rotorique, et une succession de disques de frein agencés entre la partie centrale statorique et la partie annulaire rotorique en étant alternativement couplés en rotation à l'une ou l'autre desdites parties.

10 De tels systèmes de freinage à empilement de disques (généralement réalisés en carbone) sont largement utilisés sur les aéronefs de conception récente. D'une façon générale, la partie centrale statorique comporte une couronne de freinage ou analogue équipée d'une pluralité 15 d'ensembles de pistons et, rigidement solidaire de ladite couronne, un tube de torsion. Cette partie statorique est supportée sur l'essieu concerné d'une part au niveau de la couronne de freinage, et d'autre part au niveau d'un voile annulaire transversal présent intérieurement dans le tube 20 de torsion. Une portée de centrage est alors interposée entre le voile annulaire et l'essieu.

Dans les trains d'atterrissements traditionnels, il est prévu une jambe de train avec une tige télescopique en extrémité de laquelle est articulé un balancier portant des 25 paires de roues. Le balancier est ainsi monté articulé sur une chape solidaire de l'extrémité inférieure de la tige télescopique, et une barre est interposée entre la couronne de freinage et l'une des branches de la chape précitée pour la reprise des efforts de torsion générés lors du freinage.

30 Lorsque le système de freinage est actionné par le pilote, les essieux sont soumis à des flexions simples dans deux directions perpendiculaires, ce qui correspond à deux modes propres couplés. Par ailleurs, la structure qui entoure l'essieu est également soumise à des efforts de 35 flexion du même type, générant des déformations dynamiques

de même type, qui se produisent avec un léger retard de phase par rapport aux déformations de l'essieu. Les deux modes couplés se combinent pour générer un mode instable, et les spécialistes savent que si les deux modes sont proches en fréquences, la probabilité est élevée pour que ces deux modes se combinent en un mode instable. C'est ainsi qu'est apparue l'approche visant à éloigner les modes propres pour empêcher l'apparition du mode instable résultant.

Il a été proposé d'agir hydrauliquement sur la couronne de freinage en utilisant un laminage de fluide hydraulique qui produit un amortissement. Cependant, une telle solution, outre sa complexité, n'est pas satisfaisante en termes de fiabilité, en particulier en cas de panne hydraulique.

On a alors cherché à jouer sur la raideur du tube de torsion en utilisant des matériaux différents agencés en sandwich. Ceci permet théoriquement d'adapter la raideur axiale du tube de torsion ou de la structure environnante. Cependant, cette approche est extrêmement délicate pour contrôler fiablement les raideurs dans des directions différentes.

Une solution plus intéressante a été récemment proposée, visant à profiter de la présence du voile annulaire transversal en imposant audit voile un comportement particulier et non uniforme. En effet, contrairement aux conceptions classiques selon lesquelles le voile annulaire transversal est régulièrement percé de trous circulaires, cette solution s'est orientée vers l'agencement de lumières allongées circonférentiellement, générant une dissymétrie. L'essieu est alors retenu sur une portion de circonference avec une rigidité plus importante dans une zone que dans la zone résiduelle associée à la présence de lumières circonférentielles. Par un choix judicieux de l'amplitude angulaire de ces lumières

5 circonférentielles et de leur position par rapport aux axes principaux, cette solution semble permettre d'abaisser le mode de basse fréquence. Néanmoins, une telle approche a pour inconvénient d'affaiblir la résistance mécanique du voile annulaire transversal. D'ailleurs, la modification des raideurs radiales induit également une modification de la raideur axiale, ce qui n'est également pas favorable en l'espèce sur le plan structurel.

10 La présente invention a pour but de concevoir un système de freinage qui est lui aussi agencé pour obtenir des modes propres différents, ce qui est en particulier favorable pour supporter les déformations de tournoiement (« whirl » pour les anglo-saxons) que l'on rencontre dans les structures de freinage pour les essieux et la structure 15 entourant lesdits essieux.

L'invention a ainsi pour objet de concevoir un système de freinage agencé pour présenter un comportement anti-vibratoire optimal, en particulier au regard du tournoiement.

20 Ce problème est résolu par un système de freinage pour roues d'aéronef, du type comportant pour chaque roue une partie centrale statorique entourant coaxialement un essieu de roues sur lequel est montée pour tourner une partie annulaire rotorique, et une succession de disques de frein agencés entre la partie centrale statorique et la partie annulaire rotorique en étant alternativement couplés en rotation à l'une ou l'autre desdites parties, ladite partie centrale statorique comportant une couronne de freinage équipée d'une pluralité d'ensembles de pistons et, 25 rigidement solidaire de ladite couronne, un tube de torsion présentant intérieurement un voile annulaire transversal, une portée de centrage étant interposée entre le voile annulaire et l'essieu, ledit système de freinage étant remarquable en ce que la portée de centrage présente des 30 caractéristiques structurelles qui varient

circonférentiellement selon une répartition propre à générer des raideurs d'appui différentes dans deux axes orthogonaux contenus dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'essieu.

5 Ainsi, contrairement à la solution antérieure rappelée précédemment qui prévoyait des lumières circonférentielles dans le voile annulaire transversal, c'est la portée de centrage qui assure maintenant la fonction de garantir des modes propres différents selon  
10 deux axes orthogonaux, en vue notamment d'un comportement très favorable au regard du tournoiement, le voile annulaire transversal restant quant à lui conforme aux réalisations traditionnelles, c'est-à-dire n'étant aucunement affaibli mécaniquement.

15 Conformément à un premier mode d'exécution, les caractéristiques structurelles de la portée de centrage qui varient circonférentiellement concernent l'épaisseur radiale, de façon à définir au moins une portée annulaire partielle. En particulier, il sera prévu un nombre pair de  
20 portées annulaires partielles, qui sont deux à deux diamétralement opposées.

De préférence, la ou les portées annulaires partielles concernent une plage angulaire essentiellement comprise entre 15° et 60°.

25 On pourra en outre prévoir que la ou les portées annulaires partielles sont décalées angulairement pour être centrées sur une direction correspondant sensiblement à une direction horizontale ou verticale réelle. Ceci permet de tenir compte de l'inclinaison que l'on trouve fréquemment pour la jambe de train par rapport à la verticale en position train bas, afin d'avoir des raideurs différentes selon des axes perpendiculaires qui correspondent essentiellement aux directions horizontale et verticale réelles.

35 Plus précisément, le système de freinage auquel

s'attache l'invention est un système dans lequel la portée de centrage est définie par un pied de tube qui est d'une pièce avec le voile annulaire transversal, et au moins une bague annulaire associée au pied de tube ou à l'essieu.

5 Les portées annulaires partielles pourront alors être prévues sur le pied de tube, en étant définies par un détalonnage localisé dudit pied de tube, ou en variante être prévues sur une bague annulaire associée au pied de tube, en étant définies par un détalonnage localisé de 10 ladite bague annulaire, ou dans une autre variante être prévues sur une bague annulaire associée à l'essieu, en étant définies par un détalonnage localisé de ladite bague annulaire, ou encore dans une autre variante être prévues 15 sur l'essieu, en étant définies par un détalonnage localisé dudit essieu.

Dans le cas d'une bague annulaire associée au pied de tube, on pourra prévoir que les portées annulaires partielles sont complétées par des portées alternées à simple appui du côté extérieur ou intérieur de la bague annulaire concernée.

Conformément à un autre mode d'exécution, les caractéristiques structurelles de la portée de centrage qui varient circonférentiellement concernent le matériau constitutif, conformément à une alternance de zones 25 annulaires réalisées en des matériaux de raideurs différentes, ou dans un matériau qui est choisi anisotrope, lesdites zones annulaires étant agencées selon des plages angulaires prédéterminées. Par un choix judicieux du ou des matériaux concernés, on obtiendra ainsi les raideurs 30 désirées dans les deux directions orthogonales concernées.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre et des dessins annexés, concernant un mode de réalisation particulier, en référence 35 aux figures où :

5 - la figure 1 est une demi-coupe axiale illustrant un système de freinage conforme à l'invention, avec une portée de centrage qui présente des caractéristiques structurelles variant circonférentiellement, laquelle portée, illustrée en coupe, est mieux visible sur la figure 10 qui est une vue partielle, à plus grande échelle, du détail X de la figure 1 ;

10 - la figure 2 est une coupe partielle du tube de torsion au voisinage du voile annulaire transversal de celui-ci, permettant de mieux distinguer l'agencement de portées annulaires partielles, en l'espèce deux portées, qui sont ici prévues sur le pied de tube ;

15 - les figures 3 à 7 sont des vues en coupe analogues à celle de la figure 2, illustrant différentes variantes dans lesquelles les portées annulaires partielles sont prévues sur une bague annulaire associée au pied de tube, lesdites portées étant prévues avec des plages angulaires ou avec des dispositions angulaires différentes ;

20 - la figure 8 illustre une autre variante dans laquelle les deux portées annulaires partielles sont décalées angulairement pour un rattrapage directionnel, et sont en outre complétées par des portées alternées à simple appui ; et

25 - la figure 9 est une coupe analogue illustrant une autre variante dans laquelle les différences de raideurs de la portée de centrage sont obtenues par une alternance de zones annulaires réalisées dans des matériaux de raideurs différentes ou dans un même matériau choisi anisotrope, en l'espèce pour une bague annulaire associée au pied de tube.

30 Sur la figure 1, on distingue une unité de freinage d'aéronef F comportant une partie centrale statorique 1 d'axe 100, incluant un tube de torsion 2 à l'avant duquel est fixée une couronne de freinage ou analogue 3, par exemple au moyen de boulons 4 se vissant sur une couronne

terminale 5 dudit tube de torsion, cette couronne de freinage, de type hydraulique ou électrique, étant en l'espèce équipée d'une pluralité d'ensembles de pistons 7 capables d'une course d'usure prédéterminée grâce par exemple à un système de rattrapage d'usure qui est intégré. Chaque piston référencé 10 sert à transmettre les efforts de freinage, l'axe de l'ensemble de piston 7 représenté étant noté 15.

La partie centrale statorique 1 entoure coaxialement un essieu de roue 20 sur lequel est montée pour tourner une partie annulaire rotorique 16. On pourra par exemple prévoir, comme cela est fréquemment le cas, que la partie rotorique 16 est constituée de deux composants accolés 16.1, 16.2 réunis l'un à l'autre par des boulons 17, pour former une jante de roue. La partie annulaire rotorique 16 est montée pour tourner sur l'essieu 20 par l'intermédiaire de roulements associés 22.

Le système de freinage comporte en outre, de façon tout à fait classique, une succession de disques de frein qui sont agencés entre la partie centrale statorique 1 et la partie annulaire rotorique 16. Certains de ces disques sont couplés en rotation au tube de torsion 2 par des tenons axiaux associés tels que le tenon 11, ces disques étant référencés S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub>, S<sub>5</sub>, tandis que d'autres disques, agencés en alternance avec les précédents, sont couplés en rotation à la partie annulaire rotorique 16 par des tenons axiaux associés 18, et ces derniers disques sont référencés R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>, R<sub>4</sub>. L'empilement de disques S<sub>i</sub>, R<sub>j</sub>, noté 9, reçoit ainsi d'un côté les efforts de freinage au niveau de la face libre avant 8 dudit empilement par la face active des différents pistons 10, les différents disques constitutifs de l'empilement 9 ayant une mobilité par rapport aux tenons axiaux 11, 18 associés, de façon à pouvoir se déplacer progressivement au fur et à mesure de leur usure. En l'espèce, le dernier disque S<sub>5</sub>, qui est

couplé en rotation au tube de torsion 2, ne passe pas sur les tenons du tube de torsion comme c'est le cas habituellement, mais est relié audit tube de torsion par l'intermédiaire de pions de reprise de couple 13 qui sont 5 circonférentiellement répartis, ces pions 13 étant fixés par des rivets 14 dans des réservations associées de la face arrière dudit disque, et accrochés sur une couronne associée 12 rigidement solidaire du tube de torsion 2.

La partie centrale statorique 1 est montée sur 10 l'essieu 20 par une première portée prévue vers l'avant au niveau de la couronne de freinage 3, sous la forme d'une bague 21. En outre, le tube de torsion 2 présente intérieurement un voile annulaire transversal 23 qui est allégé par des perçages circulaires 24 répartis 15 régulièrement sur sa circonference, ainsi que cela est classique dans le domaine. Une seconde portée de centrage est alors interposée entre le voile annulaire 23 et l'essieu 20. Cette portée de centrage est référencée généralement 50 sur la figure 1.

Conformément à une caractéristique essentielle de 20 l'invention, la portée de centrage précitée 50 présente des caractéristiques structurelles qui varient circonférentiellement selon une répartition propre à générer des raideurs d'appui différentes dans deux axes 25 orthogonaux contenus dans un plan perpendiculaire à l'axe 100 de l'essieu 20.

Les différents composants formant la portée de centrage 50 sont mieux visibles sur le détail à échelle agrandie de la figure 10, correspondant au détail X de la 30 figure 1. On distingue en effet successivement, en direction de l'axe de l'essieu, un pied de tube 51, qui est d'une pièce avec le voile annulaire transversal 23, puis une première bague 52 de préférence réalisée en matériau synthétique, puis une bague métallique 53, par exemple en 35 bronze, les bagues 52 et 53 étant associées au pied de tube

51. On trouve en outre ici, bien que cela ne soit aucunement nécessaire, une bague supplémentaire 54, qui est une bague métallique analogue ici à un manchon de recouvrement, associée à l'essieu 20, et enfin la surface périphérique de l'essieu 20 lui-même.

Ainsi qu'on va le voir plus en détail ci-après, et conformément à une caractéristique de l'invention, les raideurs d'appui différentes pourront être prévues sur le pied de tube 51, ou sur l'une ou l'autre des bagues 10 annulaires 52, 53, 54 précitées, ou encore sur l'essieu 20 lui-même.

Conformément à un premier mode de réalisation de l'invention, les caractéristiques structurelles de la portée de centrage 50 qui varient circonférentiellement 15 concernent l'épaisseur radiale, de façon à définir au moins une portée annulaire partielle. Une telle approche est illustrée ici selon plusieurs variantes aux figures 2 à 8.

Sur la figure 2, il est prévu deux portées annulaires partielles 55 sur le pied de tube 51. Ces 20 portées annulaires partielles 55, diamétralement opposées, sont définies par un détalonnage localisé du pied de tube 51. Les portées annulaires partielles 55 concernent une plage angulaire notée  $\alpha$  qui est de préférence essentiellement comprise entre  $15^\circ$  et  $60^\circ$ .

25 Sur la figure 2, on a noté OX et OY deux axes orthogonaux qui sont contenus dans un plan perpendiculaire à l'axe 100 de l'essieu 20, et selon lesquels les épaisseurs radiales différentes du pied de tube 51 génèrent des raideurs d'appui différentes, avec une raideur élevée 30 selon l'axe OX (qui est perpendiculaire à l'axe principal de la jambe de train), et une raideur plus faible selon l'axe OY (qui est parallèle à l'axe principal de la jambe de train). Sur ce mode de réalisation, les bagues annulaires 52, 53, 54, présentent quant à elles une épaisseur radiale qui est constante sur toute leur 35

circonférence.

On a également noté sur la figure 2 deux axes OH et OV qui correspondent respectivement aux directions horizontale et verticale réelles. Ce décalage par rapport aux axes OX, OY est là pour illustrer le cas où l'axe principal d'une jambe de train peut être légèrement incliné par rapport à la verticale.  
5

On obtient ainsi deux raideurs d'appui différentes selon les axes OX, OY, avec par suite des modes propres de vibration notamment différents entre eux, ce qui est favorable pour minimiser les déformations de tournoiement.  
10

La plage angulaire de  $15^\circ$  à  $60^\circ$  indiquée plus haut est donnée à titre d'exemple. Toutefois, si les portées annulaires partielles concernent une plage angulaire inférieure à  $15^\circ$ , le centrage de l'élément détalonné devient difficile à contrôler et si l'on dépasse la valeur de  $60^\circ$ , le mode correspondant à la rigidité moins élevée ne sera pas franchement différencié de l'autre mode.  
15

Dans les variantes des figures 3 à 8, les portées annulaires partielles sont prévues non pas sur le pied de tube 51 comme c'était le cas dans la variante de la figure 2, mais sur la bague annulaire 52 parmi les bagues associées au pied de tube 51. Ces portées annulaires, en l'espèce au nombre de deux, sont par exemple définies par un détalonnage localisé de la bague annulaire 52. Là encore, les portées annulaires partielles concerteront de préférence une plage angulaire essentiellement comprise entre  $15^\circ$  et  $60^\circ$ .  
20  
25

Sur la figure 3, on a illustré deux portées annulaires diamétralement opposées 55.1, concernant une plage angulaire de  $60^\circ$ . Comme précédemment, la disposition d'ensemble par rapport à l'axe OY, qui correspond au plan vertical théorique de la couronne, est décalée angulairement par rapport aux directions horizontale et verticale réelles rappelées par les axes OH, OV.  
30  
35

Sur la figure 4, on a illustré deux appuis symétriques 55.2 concernant une plage angulaire de  $40^\circ$ . Sur la figure 5, les deux appuis symétriques 55.3 concernent également une plage angulaire de  $40^\circ$ , mais sont disposés à 5  $90^\circ$  par rapport à la disposition précédente.

Ainsi, avec la figure 4, on a cherché à privilégier la raideur élevée dans la direction générale de la traînée, et la raideur plus faible dans la direction générale de la charge, tandis que dans la figure 5, on a au contraire 10 cherché à privilégier la raideur élevée dans la direction générale de la charge, et la raideur plus faible dans la direction générale de la traînée.

Sur la figure 6, les deux portées annulaires partielles 55.4, qui sont symétriques, concernent une plage angulaire de  $30^\circ$ , et, sur la figure 7, les deux portées 15 annulaires partielles 55.5 concernent une plage angulaire de  $20^\circ$ .

Sur la figure 8, on a illustré une variante plus complexe comportant tout d'abord deux portées annulaires partielles 55.6 concernant une plage angulaire de l'ordre 20 de  $15^\circ$ . Contrairement aux modes de réalisation précédents, ces portées annulaires partielles 55.6 sont décalées angulairement pour être centrées sur une direction correspondant sensiblement à une direction horizontale ou 25 verticale réelle. En l'espèce, le décalage angulaire, qui est de l'ordre de  $15^\circ$ , permet un centrage sur une direction correspondant sensiblement à la direction horizontale réelle OH.

En outre, les deux portées annulaires partielles 30 55.6 sont complétées par des portées alternées 56.1, 56.2 à simple appui du côté extérieur ou intérieur de la bague annulaire 52 concernée. En l'espèce, on a prévu deux portées 56.1 diamétralement opposées avec appui du côté extérieur, et deux paires de portées 56.2 diamétralement 35 opposées, agencées de part et d'autre de chaque portée

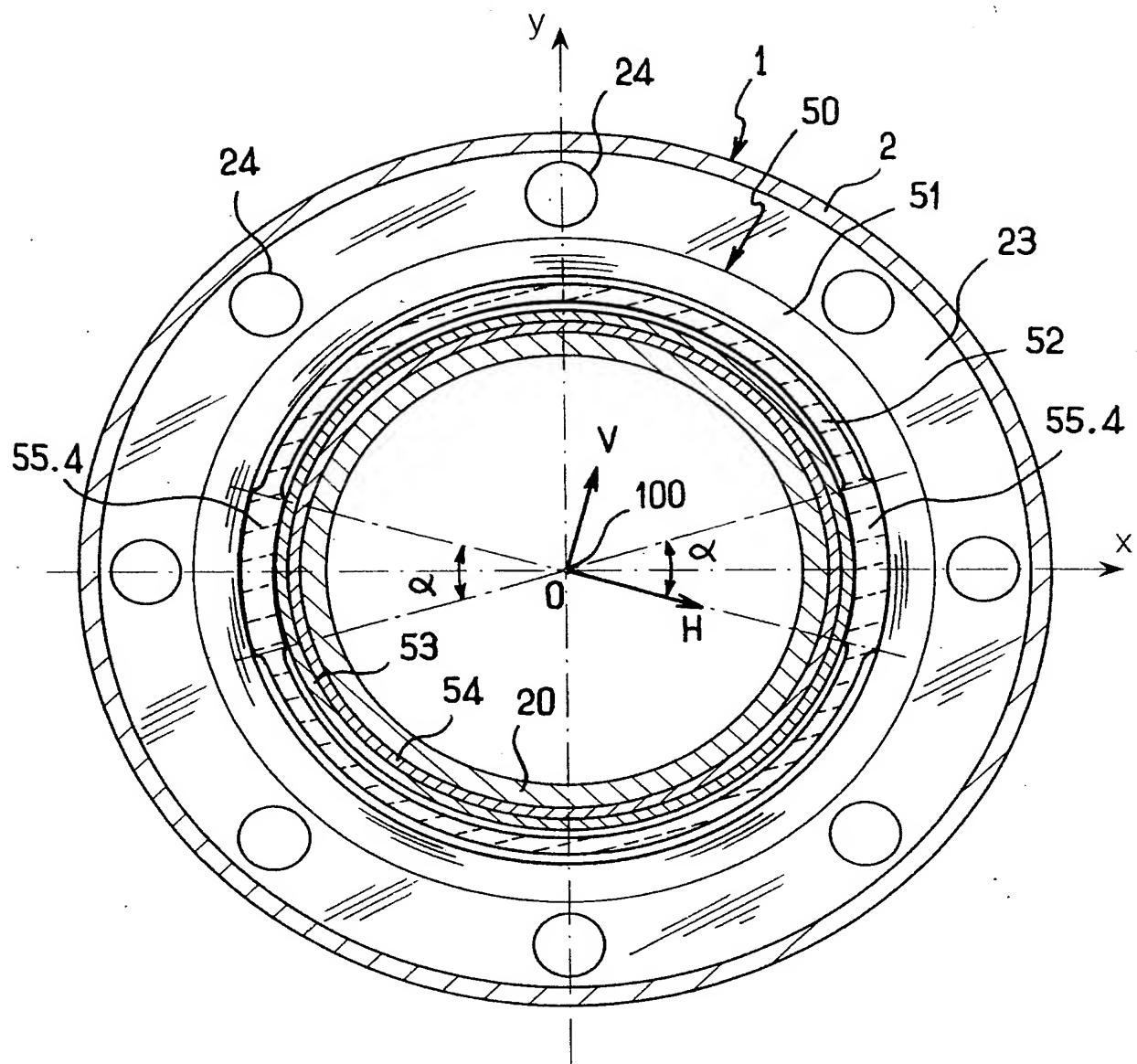
56.1, avec un appui du côté intérieur de la bague annulaire 52. Les portées annulaires partielles 55.6 et les portées alternées 56.1, 56.2 seront de préférence définies par un détalonnage localisé de la bague annulaire 52.

5           Les portées annulaires partielles qui viennent d'être décrites pour la bague annulaire 52 pourront naturellement être prévues sur l'autre bague 53 associée au pied de tube 51, ou sur la bague 54 qui est associée à l'essieu 20, ou encore sur l'essieu 20 lui-même. Ces 10 variantes n'ont pas été illustrées ici, car l'on retrouve exactement les mêmes considérations que précédemment.

15           Dans les modes de réalisation précédemment décrits, les caractéristiques structurelles de la portée de centrage qui varient circonférentiellement concernaient l'épaisseur radiale, de façon à définir au moins une portée annulaire partielle. La même fonction peut cependant être assurée différemment, en prévoyant que les caractéristiques structurelles de la portée de centrage 50 qui varient circonférentiellement concernent le matériau constitutif, 20 conformément à une alternance de zones annulaires réalisées en des matériaux de raideurs différentes ou en variante en un même matériau choisi anisotrope, lesdites zones annulaires étant agencées selon des plages angulaires prédéterminées.

25           Une telle variante est illustrée sur la figure 9, sur laquelle on distingue, pour constituer la bague annulaire 52, des zones annulaires 57, 58 réalisées en des matériaux de raideurs différentes. Les deux zones annulaires 57, diamétralement opposées, concernent une 30 plage angulaire notée  $\alpha$  qui sera également essentiellement comprise entre  $15^\circ$  et  $60^\circ$ , et lesdites zones seront par exemple réalisées en un matériau de raideur élevée. Les deux zones complémentaires 58 pourront alors être réalisées dans un autre matériau de raideur plus faible. En variante, 35 on obtiendra le même effet avec un matériau constitutif

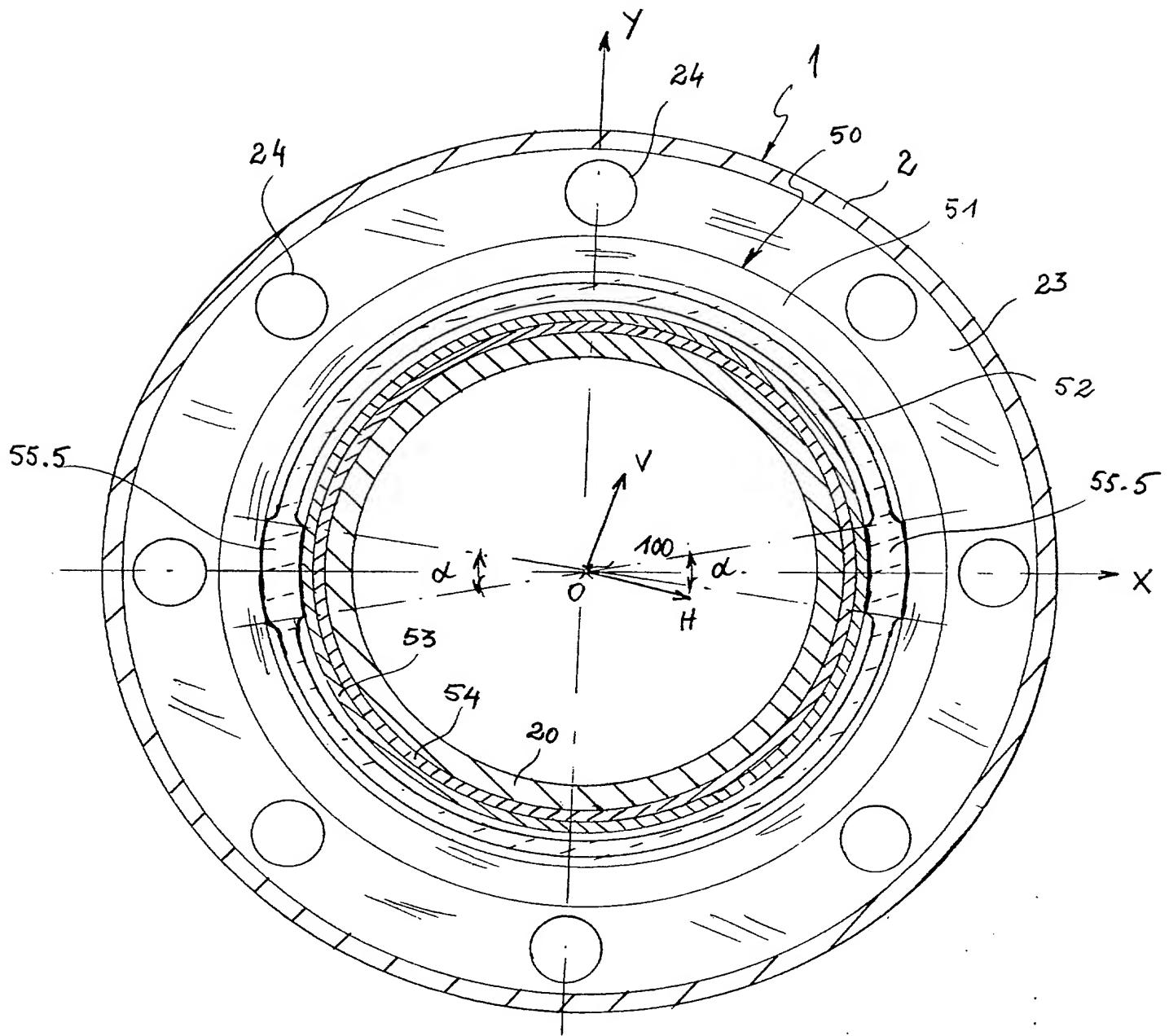
6 / 9

FIG. 6

X. Dammé

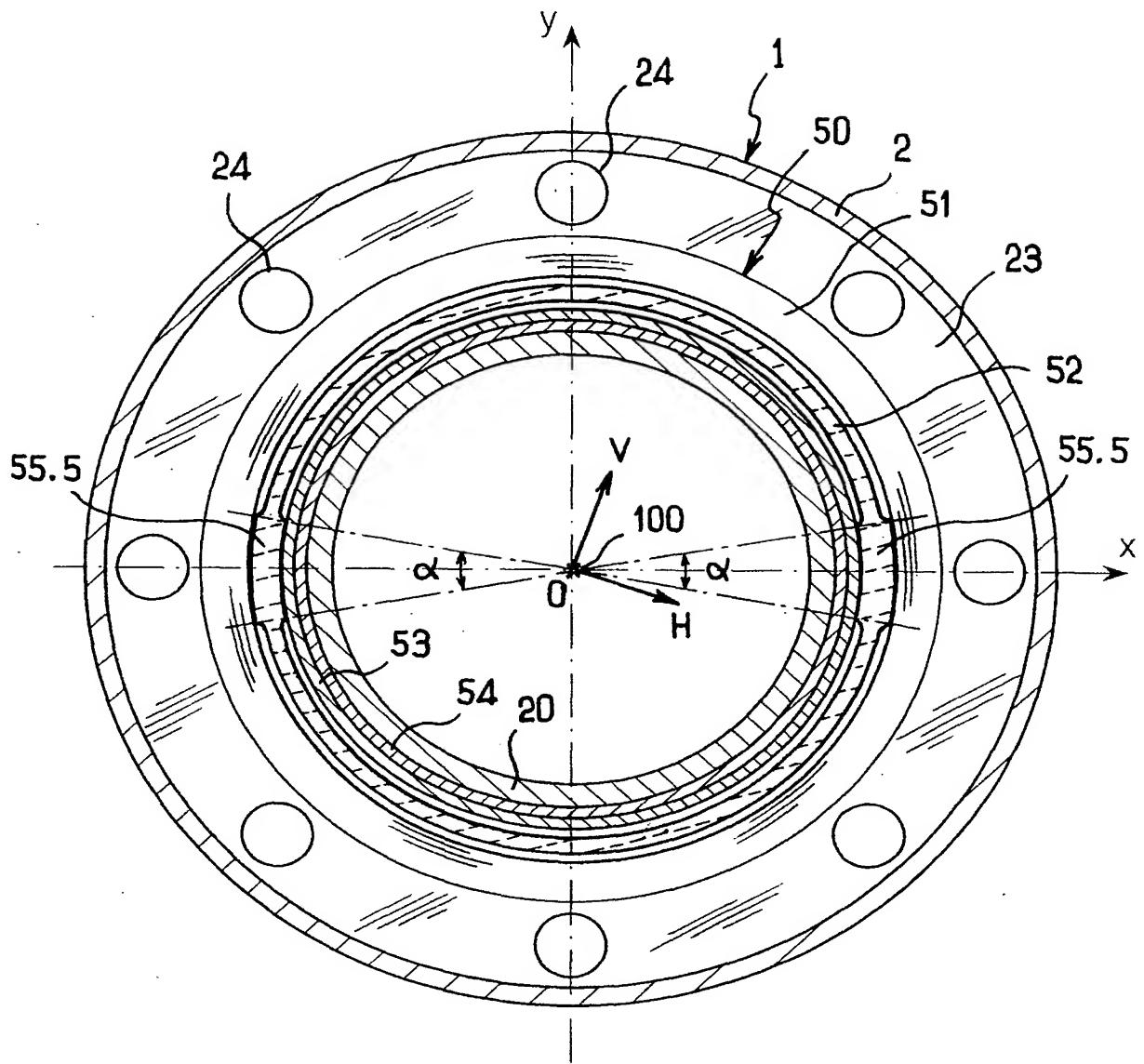
7/9

FIG. 7



L. Jammé  
Mandataire

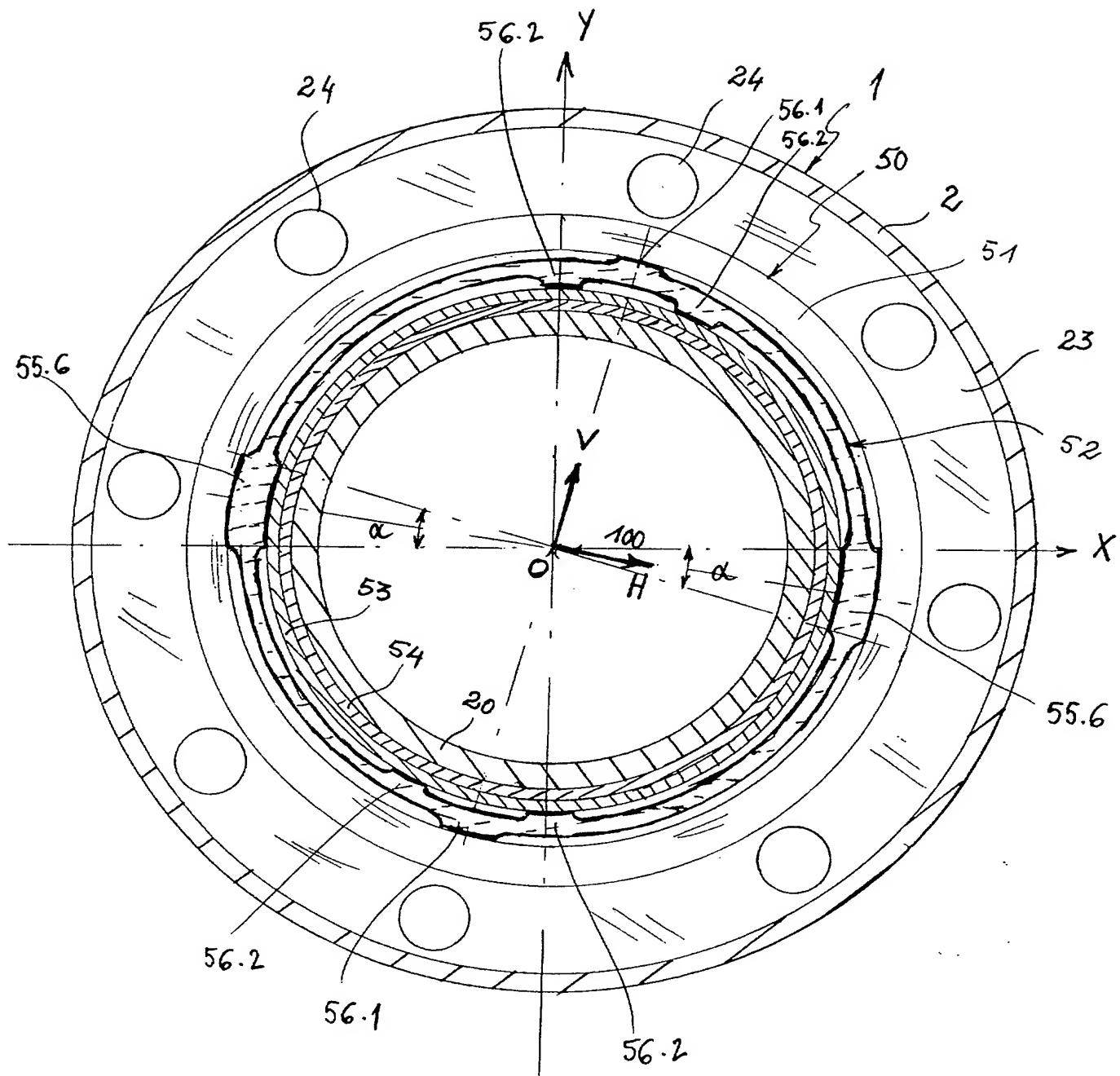
7 / 9

FIG\_7

X - Janine  
Le Mandat

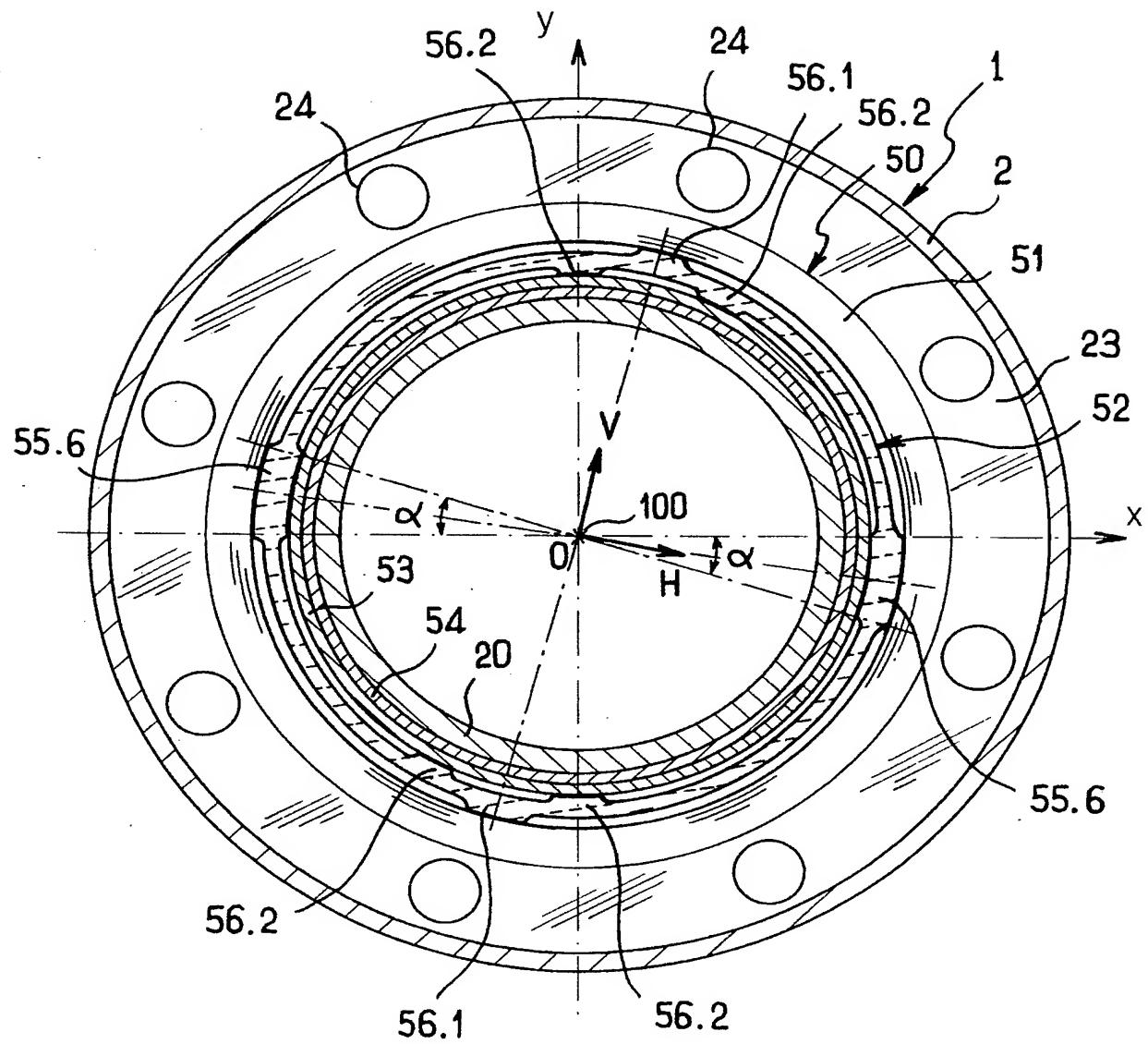
8/9

FIG. 8



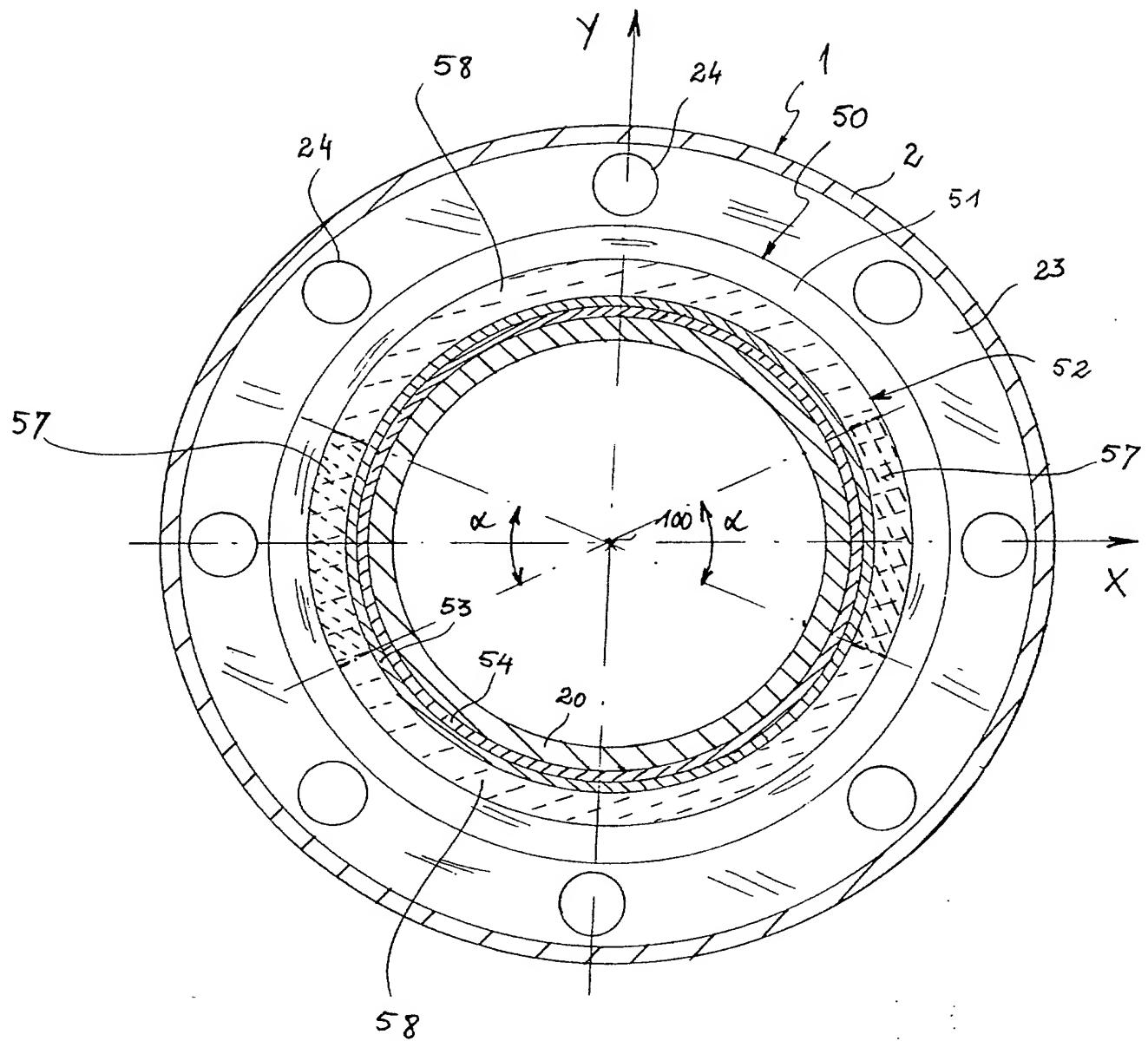
X - Janvier  
Le Mandataire

8 / 9

FIG. 8*X-Jamme*

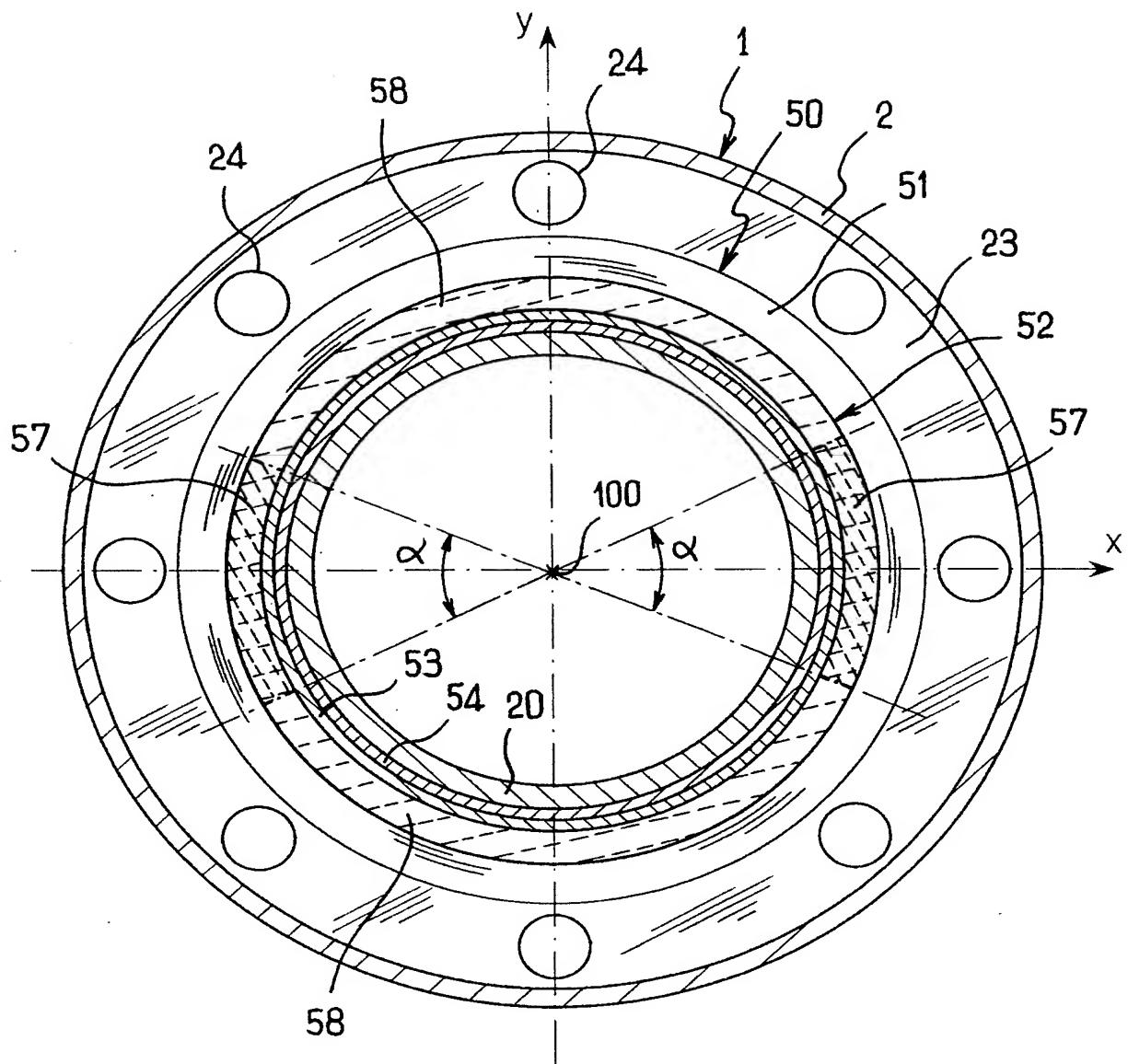
9 / 9

FIG. 9



X - Janne  
Le Mandataire

9 / 9

FIG\_9

X. Jannet  
F. 03/10/02



## DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

## BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété Intellectuelle - Livre VI

**cerfa**  
N° 11 235\*02

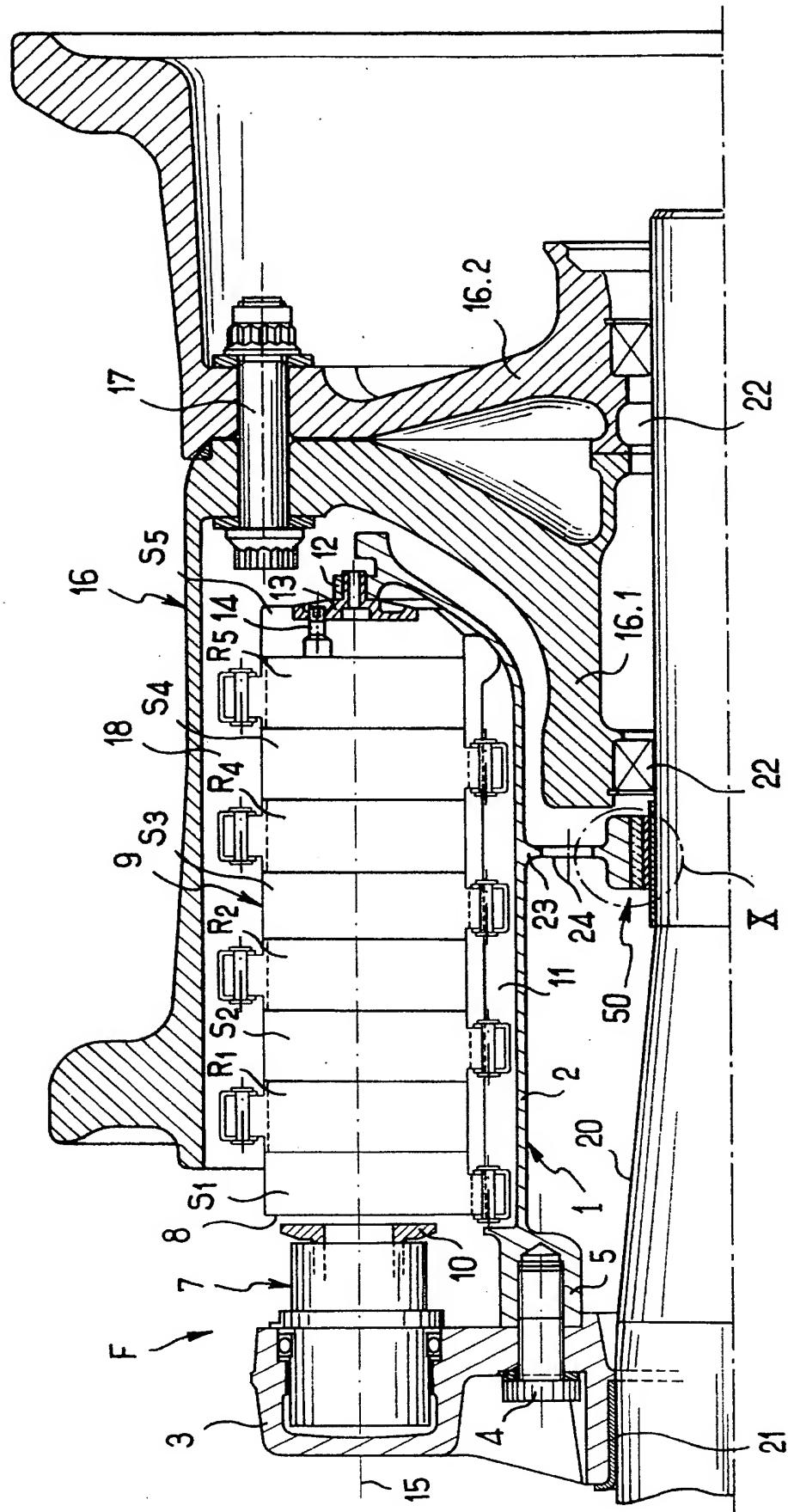
## DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.../1...

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W /260899

Vos références pour ce dossier <i>( facultatif )</i>	2F 809 CAS 253- XJ		
N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL	020916		
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum) Système de freinage pour roues d'aéronef.			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b> MESSIER-BUGATTI			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b> (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» Si il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		SOUETRE	
Prénoms		Jean	
Adresse	Rue	76, Avenue Jean Baptiste	
	Code postal et ville	92100	BOULOGNE-BILLANCOURT (FRANCE)
Société d'appartenance <i>( facultatif )</i>			
Nom		DUROLLET	
Prénoms		Thomas	
Adresse	Rue	26, rue Jules Michelet	
	Code postal et ville	78280	GUYANCOURT (FRANCE)
Société d'appartenance <i>( facultatif )</i>			
Nom		DEREURE	
Prénoms		Olivier	
Adresse	Rue	299, rue Lecourbe	
	Code postal et ville	75015	PARIS (FRANCE)
Société d'appartenance <i>( facultatif )</i>			
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> <b>(Nom et qualité du signataire)</b> PARIS, le 19 Juillet 2002 Xavier JAUNEZ CPI BREVET 92 1121 <i>X - Jaunez</i>			

FIG. 1

2/9

FIG. 2

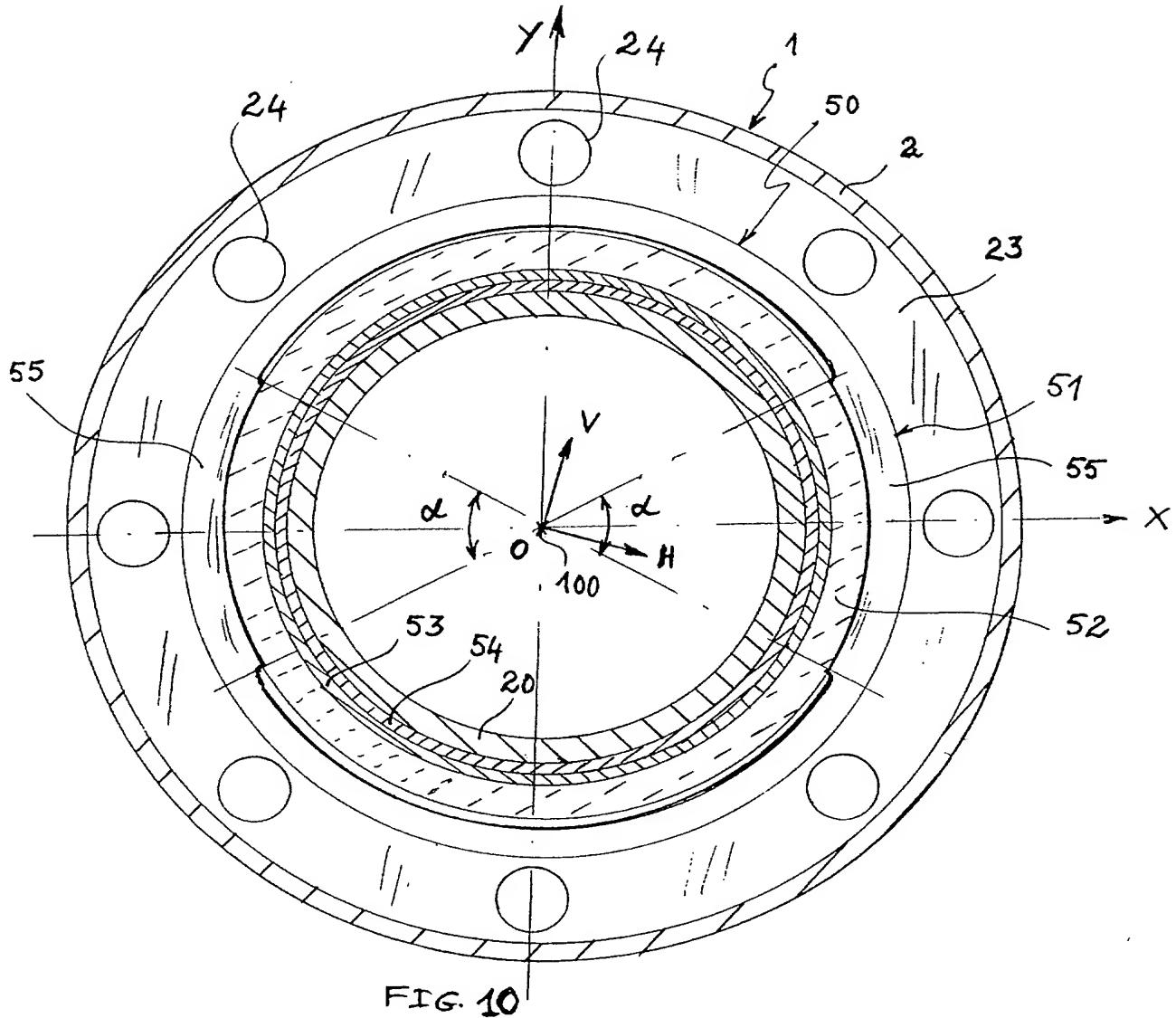
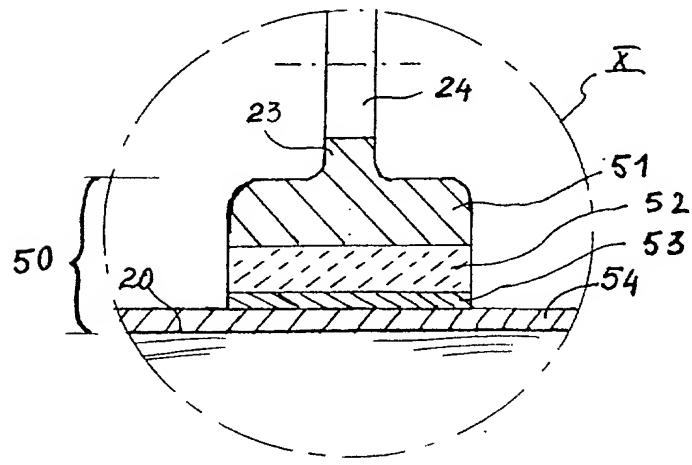
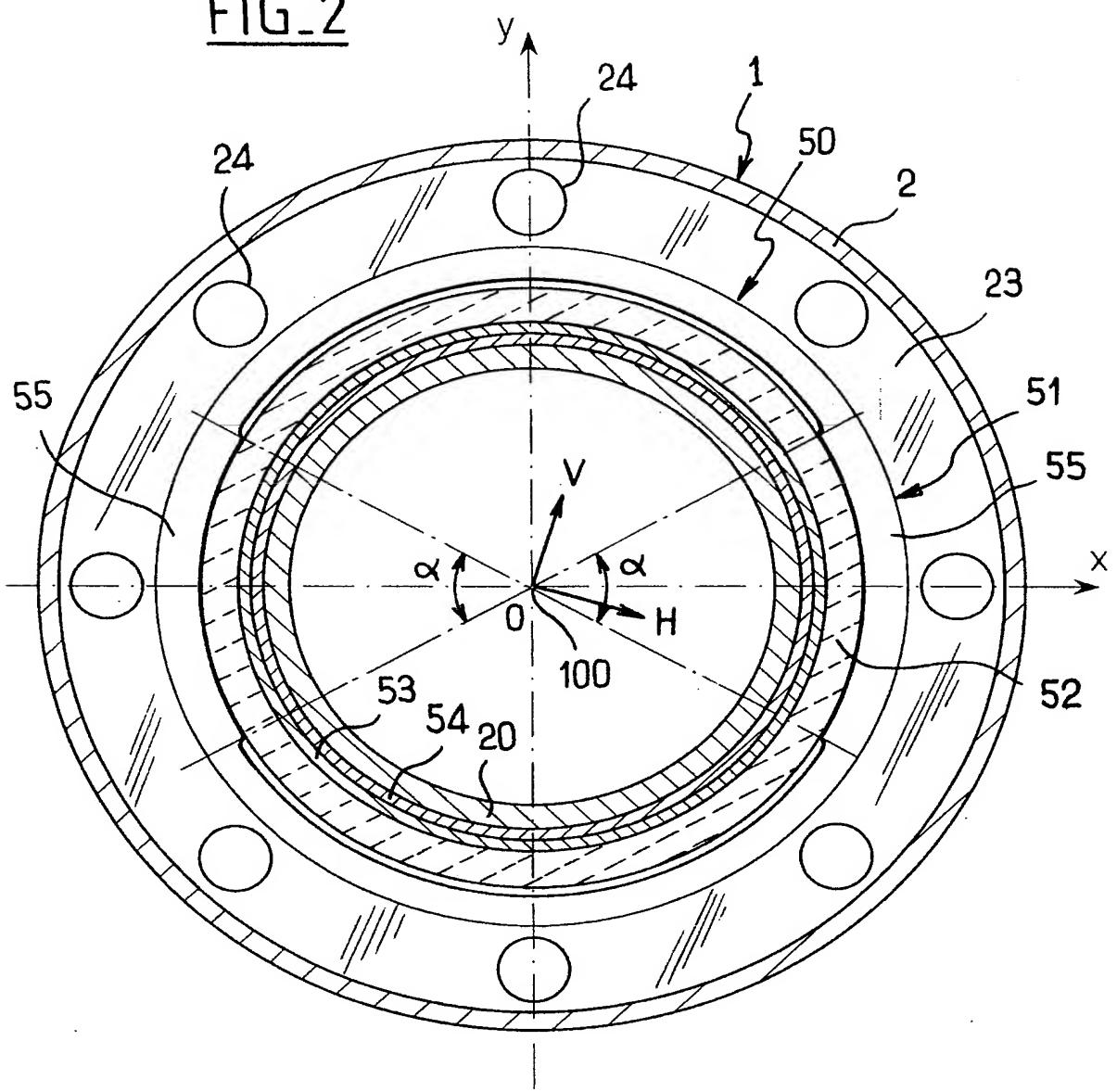
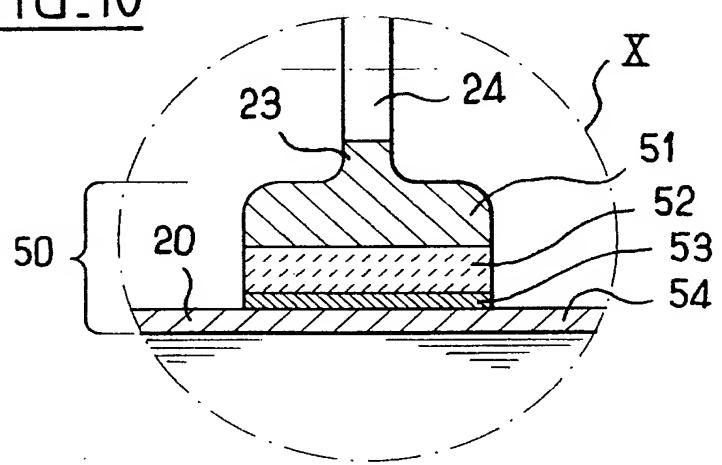


FIG. 10



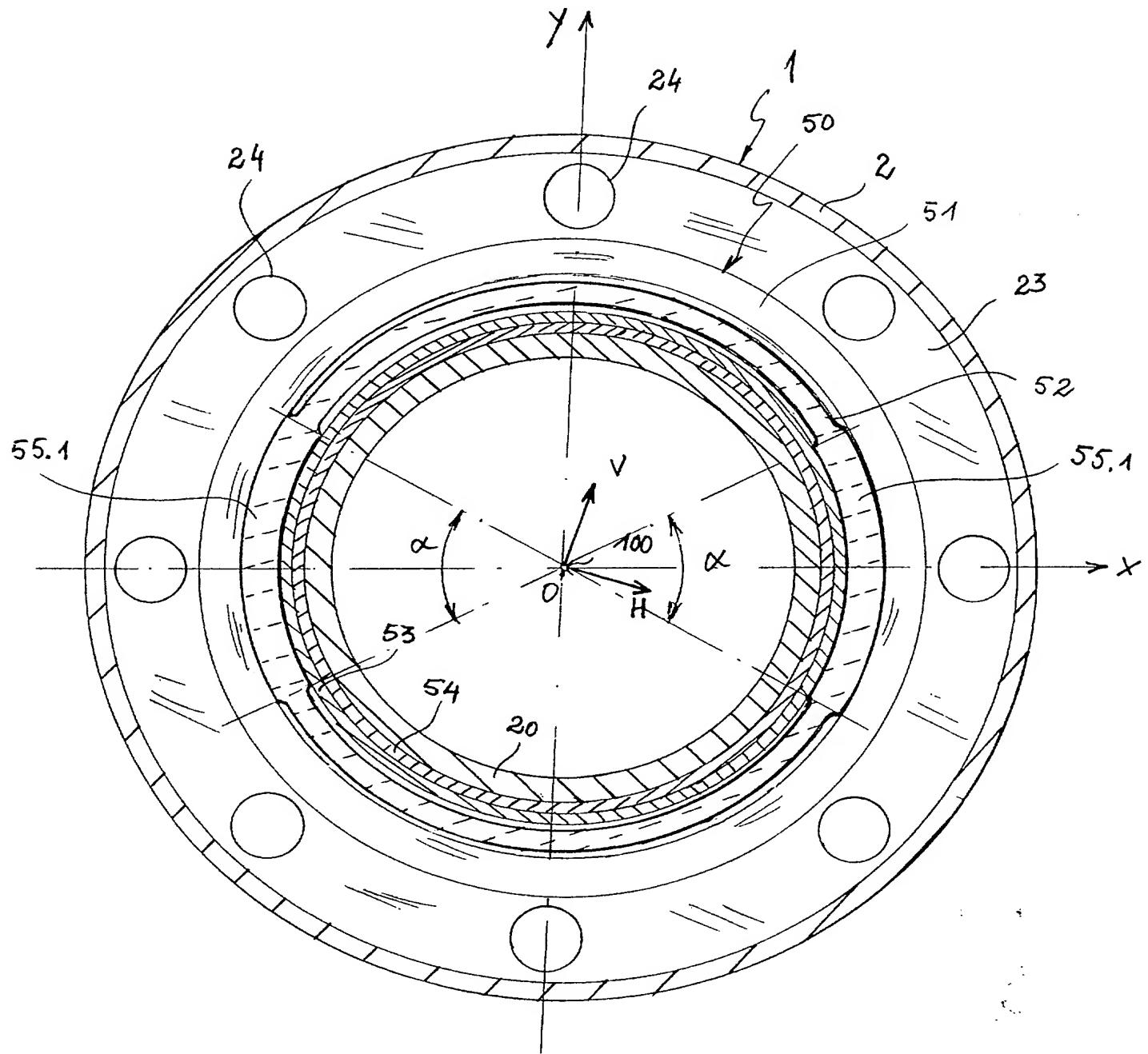
X - Jante  
Le Mandataire

2 / 9

FIG\_2FIG.10

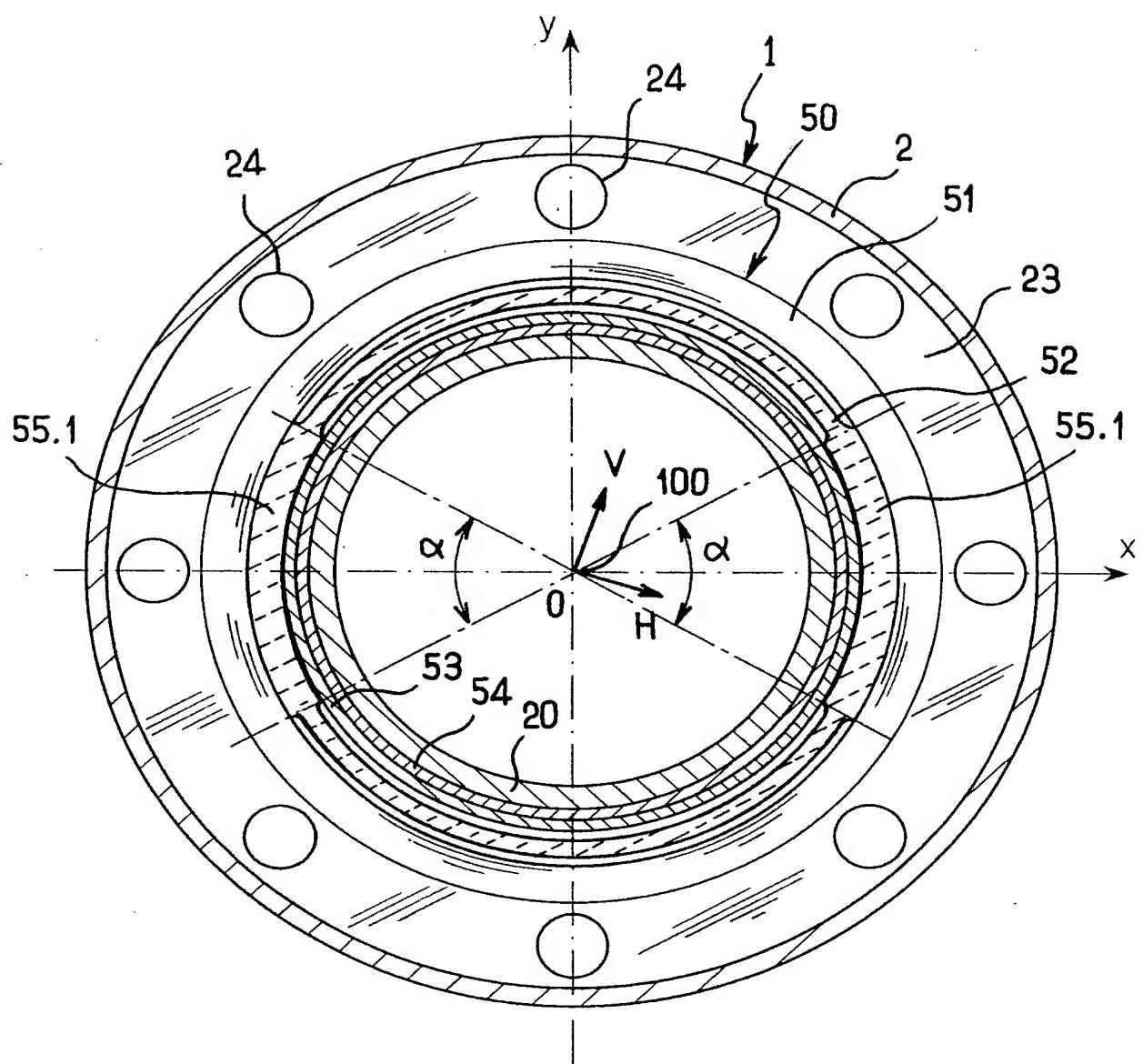
3/9

FIG. 3



X-Jeanne  
Le Mandataire

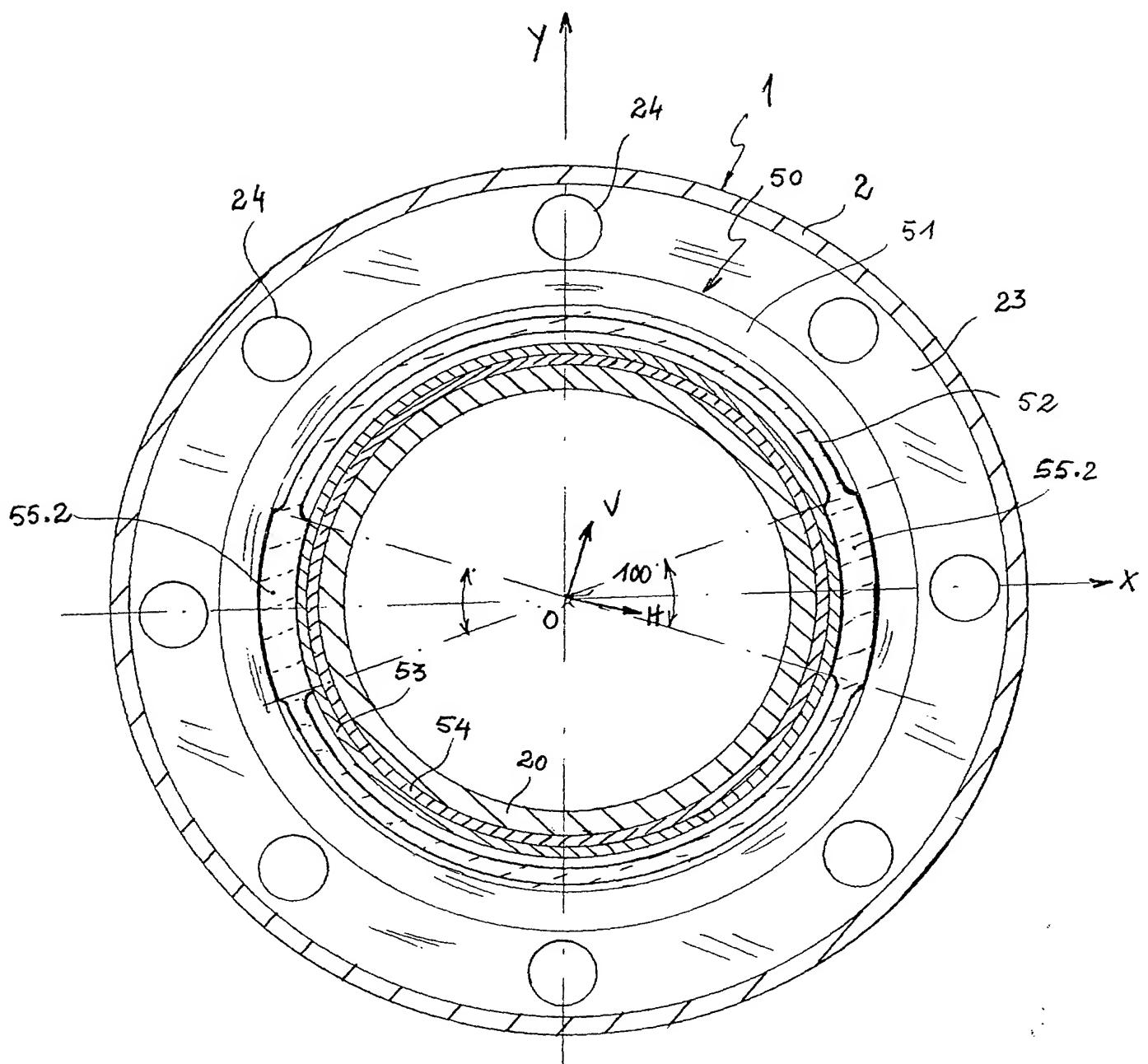
3 / 9

FIG\_3

X 1

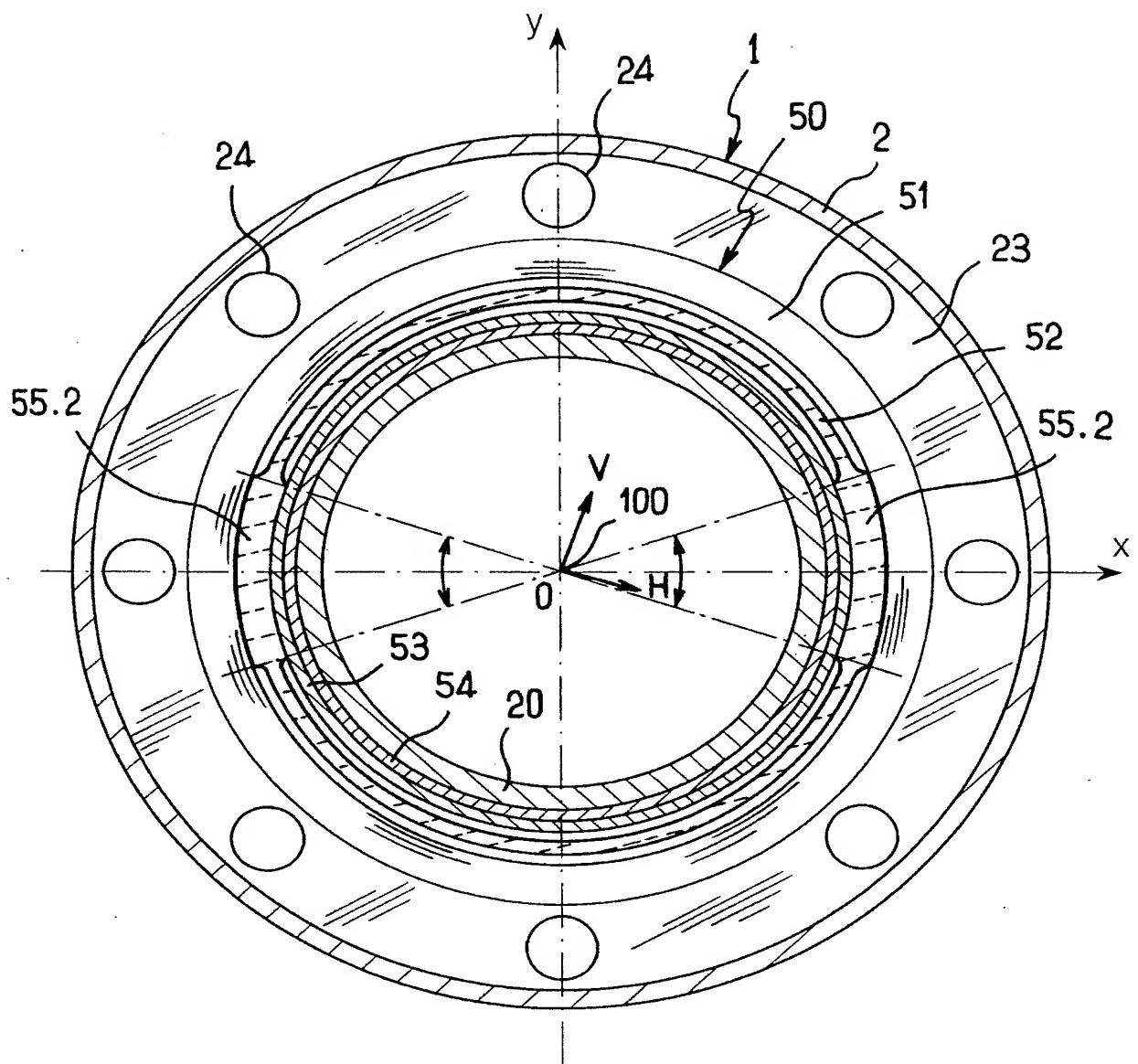
4/9

FIG. 4



X-Jeanne  
L'mandataire

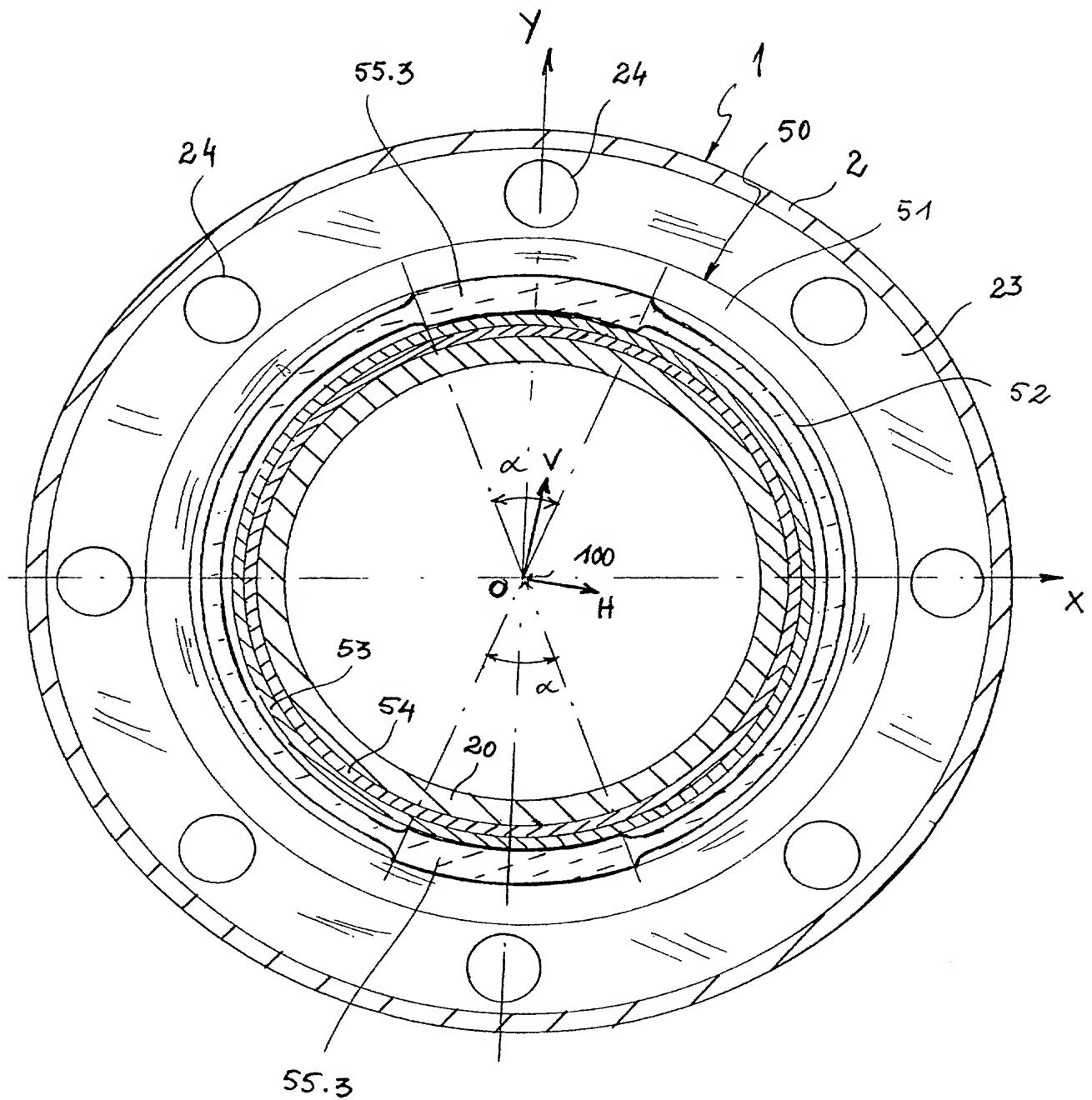
4 / 9

FIG\_4

X D...

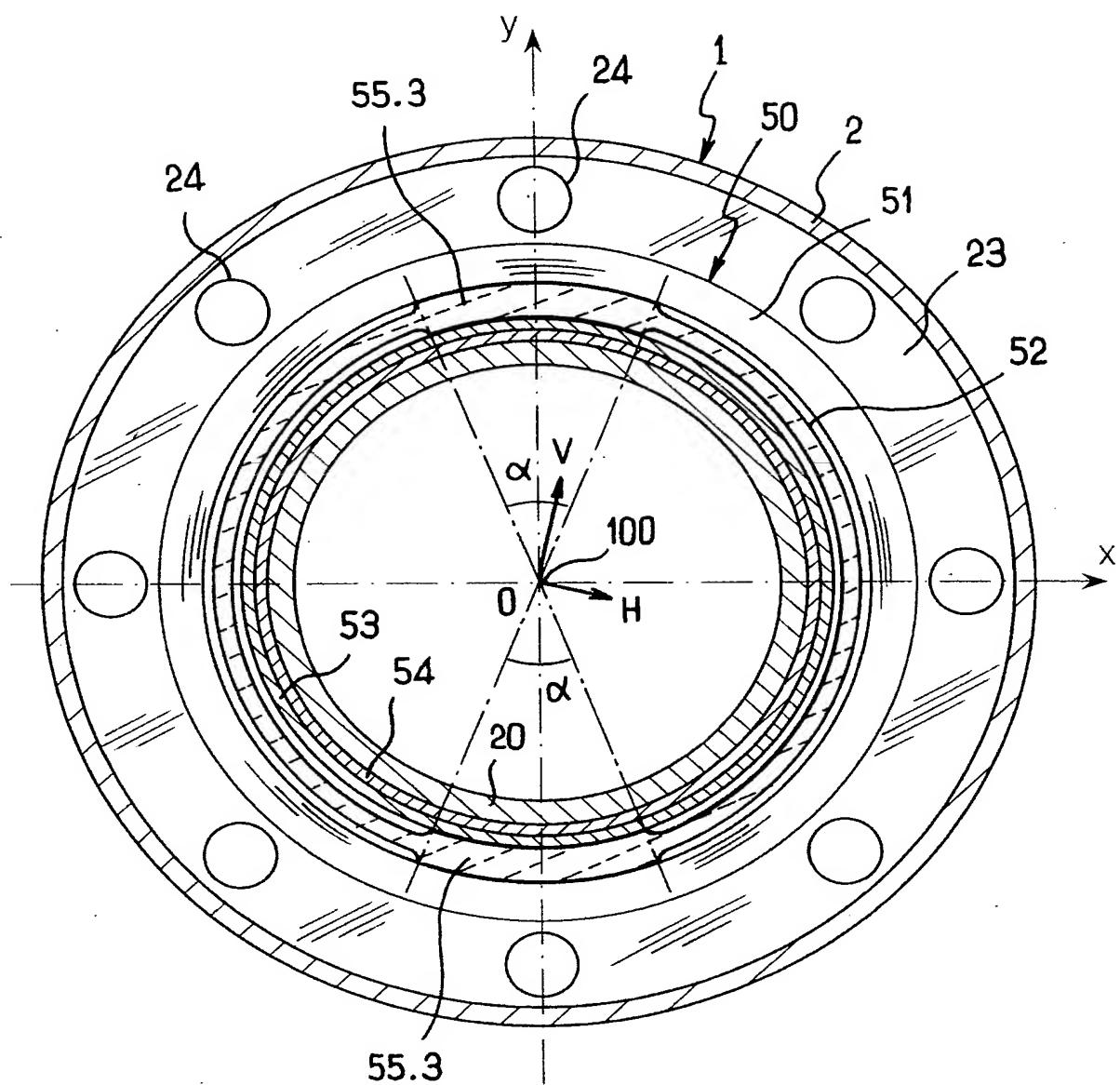
5/9

FIG. 5



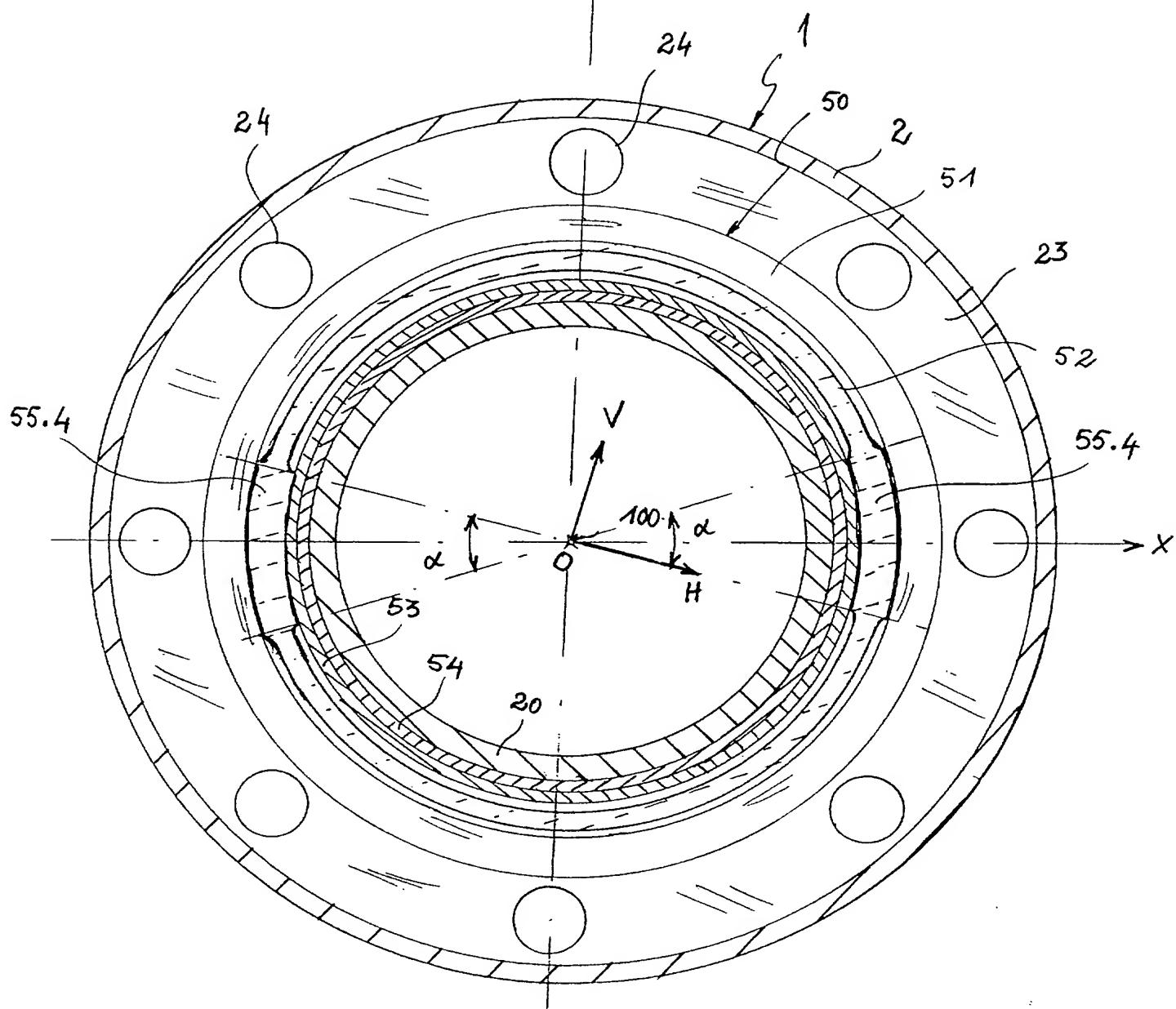
K. Dumez  
Mandataire

5 / 9

FIG.5

6/9

FIG. 6



X Jannet  
Le Mandataire

choisi anisotrope. On pourra ainsi par exemple prévoir des zones réalisées au moyen d'un matériau fibreux bobiné pour avoir une rigidité élevée, et un matériau fibreux utilisant des fibres parallèles à l'axe de la bague pour les zones à 5 rigidité plus faible. En variante, on pourra prévoir des fibres compressées alternativement dans une direction radiale et dans une direction axiale (matériau anisotrope).

Là encore, les différences de rigidités selon deux axes orthogonaux contenus dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'essieu induisent la dissymétrie des raideurs recherchée, pour avoir deux modes propres largement différents l'un de l'autre qui se combinent en un mode résultant qui est favorable au regard des déformations de tournoiement.

La demanderesse a effectué des calculs visant à quantifier le découplage des modes réels intervenant dans le deuxième mode de tournoiement (« whirl »), découplage obtenu en fonction des différents agencements qui viennent d'être illustrés. C'est ainsi que l'on peut mentionner, pour les modes de réalisation des figures 3 à 8 respectivement, des découplages de l'ordre de 20 Hz, 10Hz, 40Hz, 58Hz, 68Hz, et 75Hz, alors qu'avec une conception traditionnelle, on obtient un découplage qui est seulement de l'ordre de 8 Hz. Ceci illustre bien l'avantage des caractéristiques structurelles variant circonférentiellement pour la portée de centrage.

On comprendra ainsi que le mode de réalisation illustré sur la figure 8, qui est le plus élaboré en combinant une paire de portées annulaires partielles décalées angulairement et une pluralité de portées alternées à simple appui, permet d'obtenir un découplage optimal pour le deuxième mode de tournoiement.

L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui viennent d'être décrits, mais englobent au contraire toute variante reprenant, avec des moyens

équivalents les caractéristiques énoncées plus haut.

REVENDICATIONS

1. Système de freinage pour roues d'aéronef, du type comportant pour chaque roue une partie centrale statorique (1) entourant coaxialement un essieu de roue (20) sur lequel est montée pour tourner une partie annulaire rotorique (16), et une succession de disques de frein ( $S_i$ ,  $R_j$ ) agencés entre la partie centrale statorique (1) et la partie annulaire rotorique (16) en étant alternativement couplés en rotation à l'une ou l'autre desdites parties, ladite partie centrale statorique comportant une couronne de freinage (3) équipée d'une pluralité d'ensembles de pistons (7) et, rigidement solidaire de ladite couronne, un tube de torsion (2) présentant intérieurement un voile annulaire transversal (23), une portée de centrage étant interposée entre le voile annulaire (23) et l'essieu (20), caractérisé en ce què la portée de centrage (50) présente des caractéristiques structurelles qui varient circonférentiellement selon une répartition propre à générer des raideurs d'appui différentes dans deux axes orthogonaux contenus dans un plan perpendiculaire à l'axe (100) de l'essieu (20).

2. Système de freinage selon la revendication 1, caractérisé en ce que les caractéristiques structurelles de la portée de centrage (50) qui varient circonférentiellement concernent l'épaisseur radiale, de façon à définir au moins une portée annulaire partielle (55 ; 55.1 ; 55.2 ; 55.3 ; 55.4 ; 55.5 ; 55.6).

3. Système de freinage selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il est prévu un nombre pair de portées annulaires partielles (55 ; 55.1 ; 55.2 ; 55.3 ; 55.4 ; 55.5 ; 55.6), qui sont deux à deux diamétralement opposées.

4. Système de freinage selon la revendication 2 ou la revendication 3, caractérisé en ce que la ou les portées

annulaires partielles (55 ; 55.1 ; 55.2 ; 55.3 ; 55.4 ; 55.5 ; 55.6) concernent une plage angulaire essentiellement comprise entre 15° et 60°.

5. Système de freinage selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que la ou les portées annulaires partielles (55 ; 55.1 ; 55.2 ; 55.3 ; 55.4 ; 55.5 ; 55.6) sont décalées angulairement pour être centrées sur une direction correspondant sensiblement à une direction horizontale ou verticale réelle.

10. Système de freinage selon l'une des revendications 2 à 5, dans lequel la portée de centrage (50) est définie par un pied de tube (51) qui est d'une pièce avec le voile annulaire transversal (3), et au moins une bague annulaire (52, 53, 54) associée au pied de tube (51) ou à l'essieu (20), caractérisé en ce que les portées annulaires partielles (55) sont prévues sur le pied de tube (51), et sont définies par un détalonnage localisé dudit pied de tube.

20. Système de freinage selon l'une des revendications 2 à 5, dans lequel la portée de centrage (50) est définie par un pied de tube (51) qui est d'une pièce avec le voile annulaire transversal (3), et au moins une bague annulaire (52, 53, 54) associée au pied de tube (51) ou à l'essieu (20), caractérisé en ce que les portées annulaires partielles (55.1, 55.2, 55.3, 55.4, 55.5, 55.6) sont prévues sur une bague annulaire (52) associée au pied de tube (51), et sont définies par un détalonnage localisé de ladite bague annulaire.

30. Système de freinage selon la revendication 7, caractérisé en ce que les portées annulaires partielles (55.6) sont complétées par des portées alternées (56.1, 56.2) à simple appui du côté extérieur ou intérieur de la bague annulaire (52) concernée.

35. Système de freinage selon l'une des revendications 2 à 5, dans lequel la portée de centrage

(50) est définie par un pied de tube (51) qui est d'une pièce avec le voile annulaire transversal (3), et au moins une bague annulaire (52, 53, 54) associée au pied de tube (51) ou à l'essieu (20), caractérisé en ce que les portées 5 annulaires partielles sont prévues sur une bague annulaire (54) associée à l'essieu (20), et sont définies par un détalonnage localisé de ladite bague annulaire.

10. Système de freinage selon l'une des revendications 2 à 5, dans lequel la portée de centrage (50) est définie par un pied de tube (51) qui est d'une pièce avec le voile annulaire transversal (3), et au moins une bague annulaire (52, 53, 54) associée au pied de tube (51) ou à l'essieu (20), caractérisé en ce que les portées 15 annulaires partielles sont prévues sur l'essieu (20), et sont définies par un détalonnage localisé dudit essieu.

11. Système de freinage selon la revendication 1, caractérisé en ce que les caractéristiques structurelles de la portée de centrage (50) qui varient circonférentiellement concernent le matériau constitutif, 20 conformément à une alternance de zones annulaires (57, 58) réalisées en des matériaux de raideurs différentes, lesdites zones annulaires étant agencées selon des plages angulaires prédéterminées.

12. Système de freinage selon la revendication 1, 25 caractérisé en ce que les caractéristiques structurelles de la portée de centrage (50) qui varient circonférentiellement concerne le matériau constitutif, lequel est choisi anisotrope de façon à présenter des zones annulaires (57, 58) de raideurs différentes, lesdites zones 30 annulaires étant agencées selon des plages angulaires prédéterminées.

FIG. 1

